



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Efecto de un extensor de grasa sobre algunas propiedades de calidad de un chorizo tipo antioqueño

Eddy Yhomara Rúa Osorio

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Medellín, Colombia
2018

Efecto de un extensor de grasa sobre algunas propiedades de calidad de un chorizo tipo antioqueño

Eddy Yhomara Rúa Osorio

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Director:

Diego Alonso Restrepo Molina

Línea de Investigación Productos Cárnicos Funcionales

Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos (GICTA)

Universidad Nacional De Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias

Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Medellín, Colombia

2018

A Dios, por el regalo de la vida, los triunfos alcanzados y los que vendrán; por permitirme salir victoriosa de las adversidades que con gran esfuerzo he podido superar y que tanto me han enseñado. A mi familia, por el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por ser mi sustento diario, a mi madre por su entrega incansable y los principios que forjó en mí; a mi esposo por su apoyo incondicional y a toda mi familia por el apoyo recibido.

Con gran afecto expreso mi agradecimiento y admiración a Diego Alonso Restrepo Molina, profesor, tutor y amigo que ha dejado una huella enorme en mi vida académica.

A la Universidad Nacional de Colombia y a la empresa TECNAS S.A. les agradezco por darme la oportunidad de formarme y desarrollar esta investigación poniendo a mi disposición las herramientas y el apoyo necesario para el logro de los objetivos.

Resumen

Desde la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, con el propósito de desarrollar un producto cárnico bajo en grasa, se estudió el efecto de dos extensores grasos sobre las propiedades de calidad de un chorizo tipo antioqueño. Se reemplazó la grasa en dos niveles (70 % y 100 %) por grasa extendida al 50 %. El primer extensor (E1) se elaboró a partir de tocino dorsal de cerdo más una mezcla de alginato de sodio, sulfato de calcio y pirofosfato tetrasódico, desde donde se obtienen los tratamientos A y B; el segundo, contenía la misma mezcla anterior más fibra cítrica, desde donde se obtienen los tratamientos C y D.

Los chorizos elaborados con ambos extensores fueron comparados con un chorizo formulado a partir de tocino de cerdo. A cada muestra obtenida se le analizaron las pérdidas por purga (sinéresis en el empaque), la calidad sensorial y la fuerza de corte. Los datos obtenidos en las diferentes determinaciones fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA), con un nivel de significancia de 0,05. En las pruebas realizadas para determinar las pérdidas por purga no se hallaron diferencias significativas. Respecto al análisis sensorial en términos de olor, sabor, color, dureza, apariencia interna y apariencia externa, se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre algunos tratamientos. Con relación a la fuerza de corte se mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) únicamente con el tratamiento B, formulado a partir del primer extensor empleado y con un reemplazo de grasa del 100 % por grasa extendida, para el cual la fuerza de corte siempre fue mayor; siendo este, en general, el tratamiento con mejor desempeño.

Palabras clave: bajo en grasa, producto cárnico, sustituto de grasa, fuerza de corte, alginato de sodio.

Abstract

In order to develop a low-fat meat product, the effect of two fat extenders on the quality properties of an Antioquia-type sausage was studied from the Universidad Nacional in Medellin. The fat was replaced in two levels (70 % and 100 %) by 50 % extended fat. The first extender was made from pork back fat, plus a sodium alginate mixture, calcium sulfate and tetrasodium pyrophosphate; the second one contained the same mixture above, plus citrus fiber. The sausages made with both extenders were compared with a sausage formulated from pork bacon. Of each sample obtained, the loss by purging, the sensory quality and the cutting force were analyzed.

The data provided in the different determinations were statistically analyzed through one-way analysis of variance (ANOVA), with a level of significance of 0.05. No significant differences were found in the tests carried out to determine the purge losses. Regarding the sensory analysis in terms of smell, taste, color, hardness, internal appearance and external appearance, significant differences were evidenced ($P < 0.05$). Regarding the cutting force, significant differences are shown, ($P < 0.05$) only with treatment B, formulate from the first extender used and with a fat replacement of 100 % by extended fat, for which the cutting force was always greater. Being this the treatment with the best performance in general.

Key words: low fat, meat product, fat substitute, cutting force, sodium alginate.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
Objetivos.....	3
1. Marco teórico.....	5
1.1 Tendencias de consumo en el sector cárnico	5
1.2 Sustitutos alimenticios	7
1.2.1. Alginato de sodio.....	8
1.2.2. Fibra dietaria	10
2. Preensayos de la sustitución parcial de tocino de cerdo en productos cárnicos de picado grueso y fino	13
3. Sustitución parcial y total del tocino de cerdo en chorizo tipo Antioqueño	14
3.1 Materiales y métodos.....	14
3.2 Descripción de los métodos de procesamiento	15
3.3 Pérdidas por cocción	17
3.4 Pérdidas por purga	18
3.5 Medición del pH.....	18
3.6 Medición instrumental de la textura.....	18
3.7 Evaluación de aceptación	19
3.8 Análisis estadístico	19
4. Resultados y discusión: sustitución parcial y total de la grasa en chorizo tipo antioqueño	21
4.1 Pérdidas por cocción y purga.....	21
4.2 Medición del pH.....	23
4.3 Análisis instrumental de la textura	25
4.4 Evaluación sensorial	26
4.5 Conclusiones	29
A. Anexo: Ficha técnica extensor 1	29
B. Anexo: Ficha técnica extensor 2	29

C. Anexo: Formato prueba hedónica	31
Bibliografía	32

Lista de figuras

Pág.

Figura 1: Evaluación sensorial..... 26

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1:	Denominación de los extensores de grasa para la elaboración de los chorizos tipo antioqueño	14
Tabla 2:	Uso del extensor graso (E1 y E2)	15
Tabla 3:	Formula empleada para la elaboración de un bache de 1,5 kg de chorizo tipo antioqueño bajo en grasa	16
Tabla 4:	Tratamientos evaluados.....	20
Tabla 5:	Pérdidas por cocción en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1	21
Tabla 6:	Pérdidas por cocción en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10	22
Tabla 7:	Pérdidas por purga en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10	22
Tabla 8:	pH de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1	23
Tabla 9:	pH de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.....	24
Tabla 10:	Parámetros instrumentales de textura de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1	26
Tabla 11:	Parámetros instrumentales de textura de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10	26
Tabla 12:	Calificación promedio de los atributos sensoriales para chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1.....	27
Tabla 13:	Calificación promedio de los atributos sensoriales para chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10	27

Introducción

Como respuesta a las variaciones de los modelos de alimentación –recomendados principalmente por los profesionales de la salud e incluso por otras corrientes– la industria alimentaria no solo se ha dedicado a producir, sino también a contribuir en la investigación y desarrollo de productos en aras de atender las necesidades actuales del mercado. Un caso puntual es el del contenido de grasa en los diversos productos alimentarios, que es considerado como uno de los ingredientes que mayor riesgo representa para la salud de los consumidores. Así mismo, la ingesta excesiva de alimentos fuente de grasa –y un consumo elevado de calorías acompañado de estilos de vida sedentaria– promueven trastornos nutricionales, afectan el peso corporal y la salud general (Cabezas *et al.*, 2016).

Según Mariné (2017), la seguridad de los embutidos es el factor limitante de su consumo. Por ello, en la actualidad, son objeto de debate debido a los eventuales efectos negativos sobre la salud derivados de su consumo excesivo, y esto depende de la naturaleza de la materia prima básica, la carne (porcina, bovina, avícola), la cantidad y naturaleza de las grasas con un contenido significativo de colesterol, y los aditivos incorporados para su elaboración. Y aquí radican sus debilidades: estudios, como el realizado por Ros *et al.*, (2015), reportan que el consumo de dietas con altos contenidos de grasas, especialmente de origen animal, aportan un gran porcentaje de grasas saturadas asociadas con enfermedades cardiovasculares, diabetes, tensión arterial, cáncer, entre otras, que ponen en riesgo la vida de las personas.

La OMS (2015) recomendó consumir grasas esenciales y mencionó que se deben incluir grasas “cardiosaludables” en la alimentación diaria para la obtención de energía y la necesidad de sustituir las grasas saturadas. Incluso, se recomienda que el consumo de grasa total no supere el rango entre el 20 % y el 35 % de la dieta diaria, y que de este

valor las grasas poliinsaturadas deberían representar entre 2,5 y 9,0 puntos porcentuales, mientras que las grasas monoinsaturadas entre 15 y 20 puntos porcentuales y, finalmente, el consumo de grasas saturadas no debería exceder los 10 puntos de este total.

La grasa animal tiene los niveles más altos de colesterol y ácidos grasos saturados; la presencia de esta en la carne de cerdo se relaciona con una serie de enfermedades asociadas a su ingestión (Pacheco *et al.*, 2012). Productos cárnicos elaborados con dicho ingrediente, incluso la carne misma, se han convertido en una amenaza para el consumidor quien, debido a esto, ha optado por ingerir alimentos poco procesados o formulados con niveles reducidos de grasa y colesterol, perfil de ácidos grasos mejorados y con la incorporación de ingredientes saludables (Olmedilla *et al.*, 2014).

No obstante, es bien conocido que la grasa condiciona las características sensoriales y de textura instrumental del producto (Rivera, 2012); todo se basa, fundamentalmente, en que las grasas aportan muy buenas características sensoriales a los productos pero a su vez, impactan negativamente en la salud del consumidor y esto las convierte en materiales propensos a ser sustituidos en las diversas formulaciones, de manera que el verdadero problema que el técnico debe resolver, es la elaboración de un material que parezca grasa, confiera las mismas características de ésta con un aporte calórico menor y que no represente un peligro para la salud pública. Para ello, tanto la ciencia como la industria cárnica, han venido investigando el uso de sustitutos de grasa que permitan mantener la calidad del producto mediante el uso de diversos materiales proteicos, lipídicos y carbohidratos, –incluso agua– como sustitutos con el fin de ceñirse a las estrategias modernas de alimentación que mejoran la composición o calidad de los alimentos de origen animal (Landeró, 2015).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del uso de un extensor de grasa sobre las propiedades de calidad, en términos de textura y sensoriales, de un chorizo tipo antioqueño.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de un extensor de grasa sobre las propiedades de calidad, en términos de textura y sensoriales, de un chorizo tipo antioqueño.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de inclusión de dos sustitutos grasos extendidos al 50 % elaborados con tocino dorsal de cerdo, agua y una mezcla de alginato de sodio (E1) y alginato de sodio más fibra cítrica (E2), para reemplazar el contenido graso en dos niveles (70 % y 100 %) sobre la calidad de un chorizo tipo antioqueño en términos de textura (fuerza de corte) y características sensoriales.

1. Marco teórico

1.1 Tendencias de consumo en el sector cárnico

En los últimos años, la industria alimentaria ha enfrentado uno de los mayores retos derivados de los consumidores, quienes, en relación con los alimentos, han incrementado sus exigencias demandando productos de alta calidad, saludables y con alto valor nutritivo (Hung *et al.*, 2016). Para Jiménez y López (2016), la relación dieta-salud es un hecho indiscutible, así como lo es la relación entre la ingesta y determinados factores de riesgo para la salud; afirmación que, actualmente, se ha hecho más fuerte teniendo en cuenta las diversas enfermedades asociadas con la dieta y la atención que ha generado en los consumidores los ingredientes que componen su alimentación.

Sin lugar a dudas, uno de los sectores alimentarios más cuestionados ha sido el cárnico, principalmente, por la aparición de enfermedades relacionadas con el alto consumo de ingredientes que se incluyen en sus formulaciones. Araneda (2016), plantea que el consumo de carnes y productos cárnicos está siendo considerado como la principal causa del aumento de enfermedades crónicas como cáncer, obesidad, hipertensión y accidentes cerebrovasculares.

Una de las materias primas que mayor controversia crea en la industria cárnica es la grasa y, principalmente, la de origen animal, ya que ha sido considerada como uno de los constituyentes que mayor riesgo representa en la salud humana. Pacheco *et al.* (2012), afirman que la grasa de cerdo tradicional se ha utilizado como fuente de grasa en la formulación y fabricación de productos cárnicos gracias a sus excelentes propiedades físicas y sensoriales en comparación con otras fuentes.

La grasa es uno de los principales actores en la formulación de productos cárnicos, ya que esta, no solo condiciona los atributos sensoriales, sino también las características

nutricionales. Rivera (2012) dice que la grasa tiene funciones relevantes en la determinación de tres principales características sensoriales de los productos cárnicos (apariencia, color y uniformidad en la superficie), en la textura (mordida, elasticidad y dureza) y en la capacidad de regular las características del sabor (intensidad y realce del sabor). Autores como Backes *et al.* (2017), señalan que la grasa animal contribuye de manera directa al sabor, jugosidad, apariencia, textura y vida útil de los productos cárnicos.

El consumo saludable se ha convertido en una política pública que vela por la seguridad de los consumidores y, un caso puntual, es el manejo del etiquetado de los alimentos y los denominados *claims nutricionales*. Para autores como Landero (2015), un *claim* es una afirmación realizada sobre los atributos de un producto con la finalidad de darlos a conocer al consumidor de manera clara y sencilla. En el contexto de los productos alimenticios, por lo general, los *claims* nutricionales se pueden clasificar en tres categorías:

Fortificado/enriquecido: se refiere a los productos que han sido adicionados con ingredientes que proveen un beneficio nutricional mayor al que normalmente se encontraría en un producto. Ejemplo; el *claim* “alto en proteína” significa que tiene una adición de proteína superior a la de un producto regular.

Reducciones saludables: existen varias sustancias que no son del todo deseadas en los alimentos o, únicamente, hasta cierto punto, entre ellas se encuentran las grasas, carbohidratos, sal y azúcar. Durante la producción, estas sustancias pueden ser reducidas o eliminadas en su totalidad, lo cual aporta al consumidor beneficios como menos calorías, sodio y colesterol, entre otros. Esta categoría abarca todo lo que no es deseado en un producto para la población en general o para ciertos segmentos con dietas restringidas como los intolerantes a la lactosa, celíacos, diabéticos y personas que deben controlar su alimentación para evitar malestares o enfermedades.

Natural y orgánico: los consumidores cada vez demandan con más ímpetu alimentos naturales, mínimamente procesados y de fuentes seguras, pero con el atractivo sensorial al que están acostumbrados a obtener de un alimento procesado. En esta categoría se encuentran los alimentos que aportan un beneficio a la salud obtenido a partir de la

propia naturaleza y, en el caso de lo orgánico, evitar sustancias no deseadas en los alimentos como las trazas de pesticidas y fertilizantes artificiales, principalmente.

En Colombia los *claims nutricionales* están regulados por la Resolución 333 de 2011, del Instituto Nacional de Vigilancia (INVIMA), “por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano”. Esta norma, además de señalar las condiciones generales para cada tipo de declaración, indica los requisitos para el nutriente con respecto al cual se realice la declaración (Invima, 2018).

Por lo tanto, la reformulación es un enfoque para desarrollar productos cárnicos con mejores valores nutricionales para los consumidores (SINGH *et al.*, 2014).

1.2 Sustitutos alimenticios

Con relación al comportamiento de la grasa y a las exigencias del mercado, la industria cárnica se ha propuesto dar respuesta a los nuevos estilos de consumo presentes en las grandes urbes generando investigaciones que permitan identificar materias primas alternativas para reemplazar el uso de grasas en los productos cárnicos (Amadio, 2017).

Una de las grandes alternativas para disminuir el contenido graso, la ingesta calórica e intentar mantener las propiedades en general del producto cárnico, son los extensores grasos. Según Sánchez *et al.*, (2014), los reemplazantes de grasa con base en carbohidratos logran imitar la grasa de manera tal que permiten alcanzar una lubricidad y una humedad similar a la de los productos altos en grasa. Un ejemplo de ello lo plantea García *et al.*, (2015), quienes afirman que la harina de plátano, debido a que presenta una gran capacidad de formar geles y mejorar las emulsiones, se constituye en un insumo de gran importancia para reducir el contenido de grasa en salchichas y sin alteración de las propiedades del alimento desde el punto de vista sensorial.

Un estudio realizado por Álvarez y Romero (2017), se fundamentó en el uso de harina de plátano como sustituto de grasa en salchichas de pollo; en esta investigación se evaluaron las características funcionales y organolépticas del producto y los resultados hallados, respecto a las características funcionales, favorecieron los tratamientos que tenían reemplazo de grasa, mientras que las características organolépticas, en su mayoría, no mostraron diferencias significativas respecto al testigo.

Otro de los sustitutos estudiados –debido a su valor nutricional, solubilidad, viscosidad y alta capacidad de retención de agua (Mallika *et al.*, 2009) – son las proteínas; así que la textura podría mejorar mediante la adición de estas, aunque este proceso aumentaría considerablemente el precio del producto final (Bengtsson *et al.*, 2009).

De acuerdo con García (2015), el uso de agua como sustituto de la grasa en productos cárnicos presenta efectos como la disminución significativa del aporte calórico en el producto final, pero, no obstante, se ha demostrado que este mismo insumo produce cambios adversos en la textura y disminuye, principalmente, la dureza. Mallika *et al.*, (2009), señalan que el uso de carbohidratos, como gomas e hidrocoloides, proveen de viscosidad al producto cárnico al formar un gel y contribuir a la disminución de calorías y, en algunos casos, aportando beneficios a la salud al incorporar fibras dietéticas. Estos, además, mimetizan el efecto de la grasa estabilizando el agua añadida en la matriz del gel resultando en una lubricidad y liberación de humedad similar a los productos altos en grasa.

El efecto sobre el producto cárnico varía de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas de cada goma e hidrocoloide. En la lista de estos carbohidratos se encuentran los alginatos, las carrageninas, la goma xántica, la goma de algarrobo, los almidones y las pectinas, como los que tienen un uso potencial en productos reducidos en grasa (Broze, 2011).

1.2.1. Alginato de sodio

Según Avendaño *et al.*, (2013), los alginatos de sodio, potasio, calcio y amonio; el ácido algínico y el alginato de propilenglicol son aditivos alimenticios reconocidos como inocuos y seguros, de acuerdo con la Food and Drug Administration de los Estados Unidos (FDA). Además, resaltan su presencia en los listados del Codex Alimentarius que provee la Food and Agriculture Organization (FAO) y la World Health Organization (WHO) de las Naciones Unidas, donde se establece que los límites de ingesta diaria de ácido algínico y de sus sales derivadas para los humanos es de 50 mg/kg, y alginato de propilenglicol es de 25 mg/kg de peso, respectivamente (FAO, 2016).

El uso de los alginatos en la industria alimentaria se fundamenta en agua generando un aumento en la viscosidad de la solución en la que se disuelven– poseer capacidad de

retener el agua, capacidad de formar geles y películas. Su capacidad de formación de geles se explica a partir de una serie de reacciones químicas de intercambio iónico que dan lugar a la formación de enlaces entre las cadenas adyacentes del polímero del alginato. Particularmente se realiza un intercambio de iones sodio por cationes divalentes o trivalentes (Morales, 2017).

La formación del gel se inicia a partir de una solución de sal de alginato y una fuente de calcio externa o interna desde donde el ion calcio se difunde hasta alcanzar la cadena polimérica. Como consecuencia de esta unión se produce un reordenamiento estructural en el espacio que resulta en un material sólido con las características de un gel. El grado de gelificación depende de la hidratación del alginato y la concentración del ion calcio (Avendaño *et al.*, 2013).

Lupo, (2014) señala la temperatura, el pH, la fuerza iónica, la concentración y el peso molecular como los factores externos que condicionan directamente el comportamiento del alginato en sus diferentes estados.

La temperatura condiciona la viscosidad de las soluciones de alginato decreciendo aproximadamente un 2,5 % por cada grado de incremento en la temperatura, siendo el proceso reversible. Si a este aumento de temperatura se le suma un aumento del pH y del tiempo, se consigue una despolimerización de la molécula, lo cual baja la viscosidad. Tras un proceso de congelación/descongelación se mantiene la viscosidad inicial.

En cuanto al comportamiento de la viscosidad con el pH, Lupo (2014), señala que esta es casi independiente del pH en el rango entre 5 y 10 debido a un efecto repulsivo de los grupos carboxilos cargados negativamente (los que mantienen extendidas las cadenas del polímero e incrementan su capacidad de unión con las moléculas del agua). A pH entre 3 y 3,5 el alginato es insoluble y se precipita en forma de ácido algínico, mientras que un incremento del pH por encima de 10 causaría una despolimerización.

La fuerza iónica, por su parte, condiciona la viscosidad de las soluciones del alginato de sodio y decrece levemente con la presencia de sales con cationes monovalentes debido a que el polímero tiende a contraerse en solución al aumentar la fuerza iónica; efecto que se hace máximo en concentraciones salinas de 0,1 N.

La viscosidad de las soluciones de alginato varía con la concentración, incrementándose

así la viscosidad a mayor cantidad del hidrocoloide. Por otra parte, se ha observado que, a mayores pesos moleculares, el poder espesante resulta mayor. Por ello, es importante conocer estas características a fin de ser mejor aprovechadas al momento de formular un producto (Imesson, 2010).

En un estudio realizado por Pacheco *et al.*, (2012), donde se analizó el efecto de la concentración alginato/calcio sobre las propiedades físicas y sensoriales de extensores grasos se hicieron pruebas de textura (resistencia al corte, el trabajo de cizalla y la firmeza), y en cada uno de los parámetros se hallaron rangos muy amplios. Estos resultados son atribuidos a los diferentes niveles de alginato de sodio y carbonato de calcio.

El análisis realizado mediante ANOVA demostró que la concentración de carbonato cálcico tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.05$) en la resistencia al corte y el trabajo de cizallamiento, mientras que el alginato de sodio tuvo un efecto significativo en la firmeza ($p \leq 0.05$) de los extensores. El mismo estudio menciona que los parámetros de textura de la resistencia al corte, el trabajo de cizalla y la firmeza, se asociaron con la dureza del material debido a la fuerza del gel.

Como resultado, los altos valores de los parámetros mostraron que la resistencia al corte y la compresión necesarias para cortar y tensar el material eran más altas debido a la dureza, lo cual representa una característica importante del proceso. No obstante, la influencia significativa del alginato de sodio y el carbonato de calcio en estos parámetros debe estar relacionada, principalmente, con los niveles del compuesto específico para formar un gel, lo que proporciona las características específicas de la textura.

La composición y la forma estructural del producto están influenciadas por las interacciones moleculares entre los diferentes componentes del extensor, principalmente, por alginato y calcio, para unir el agua y grasa de cerdo que se dispersó en zonas cristalinas.

1.2.2. Fibra dietaria

Otro ingrediente dietario que brinda grandes soluciones a la industria cárnica y que, al igual que el alginato, es considerado un hidrocoloide, es la fibra dietaria. En la actualidad, la ciencia y tecnología de alimentos se encuentran muy interesadas en el estudio de la

obtención y aplicación de la fibra cítrica en los alimentos como alternativa de consumo y solución a problemas asociados con enfermedades o, simplemente, al aporte calórico que pueda afectar la imagen corporal del consumidor. Incluso, se busca mejorar las propiedades físico-químicas del producto comestible, específicamente, mejoras en cuanto a la capacidad de adsorción y retención de agua, adsorción de aceite y adsorción de moléculas orgánicas (Alarcón *et al.*, 2013).

Según Ramírez *et al.*, (2016), la fibra dietaria que se encuentra en frutas, vegetales, avena, habas y cereales es considerada un ingrediente funcional ampliamente usado en el desarrollo de alimentos altamente nutricionales debido a los efectos benéficos que presenta en la salud del consumidor. Estas fuentes naturales aportan, además, pectina, gomas, almidón resistente y otros polisacáridos de reserva que generan soluciones viscosas que facilitan el tránsito intestinal, la adsorción de nutrientes y, a su vez, reducen el nivel de colesterol en la sangre (Cañas *et al.*, 2011). Los compuestos bioactivos y la fibra dietaria presente en residuos agroindustriales de frutas y hortalizas se utilizan ampliamente como ingredientes de alimentos funcionales debido a sus beneficios potenciales para la salud (Serna, 2014).

Los residuos industriales originados dentro de la cadena de transformación de las frutas son una fuente importante de fibra. En el procesamiento de la naranja para la obtención de zumo se estima que un 50 % es un subproducto constituido por albedo y cáscara; y en Colombia, por ejemplo, el desperdicio asciende a 70 000 toneladas por año, lo que genera serios problemas ambientales (Agronet, 2014).

Subproductos ricos en fibra han sido utilizados recientemente como aditivos funcionales en numerosos productos cárnicos (picados y emulsionados) con el fin de apoyar y garantizar la ligazón que, finalmente, resulta en la elaboración de cárnicos procesados bajos en grasa, más estables y con mejores propiedades de textura (Pacheco *et al.*, 2011).

Con el objetivo de determinar el comportamiento de una mezcla de fibras y almidones –como reemplazantes de grasa en productos de pasta fina tipo salchicha– Ramírez *et al.*, (2016) usaron un arreglo de 18 muestras con diferentes niveles de inclusión de fibra de cáscara de naranja, arveja y almidón; y analizó diversas variables, entre ellas, las

pérdidas por cocción y encontró que las muestras con inclusión de estos materiales presentaron un leve incremento en esta variable comparada con el patrón.

El análisis sensorial mostró diferencias significativas ($p<0,05$) en el parámetro sabor característico; 7 de las muestras se ubicaron por debajo del patrón, mientras que 10 de ellas estuvieron por encima. No se presentaron diferencias significativas en la variable de sabor extraño y masticabilidad, característica determinante en la calidad final del producto. La jugosidad marcó diferencias significativas ($p<0,05$) entre el patrón y los distintos tratamientos, y cabe destacar que algunas formulaciones con inclusión de fibra recibieron calificaciones por encima del testigo. En términos sensoriales la dureza no presentó diferencias significativas.

En términos instrumentales se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) con el patrón y entre los tratamientos. La cohesividad presentó diferencias significativas ($p<0,05$) y el patrón resultó más cohesivo que el resto de los tratamientos. La elasticidad se mostró estadísticamente diferente ($p<0,05$) con relación al patrón. Finalmente, se encontraron formulaciones con mejores características a las halladas en el tratamiento control.

En general, tanto los alginatos como la fibra dietaria han sido referenciados como materiales que brindan a la industria cárnica grandes soluciones; por esta razón se debe ampliar el estudio sobre ellos para conocer el comportamiento como insumos sustituyentes de la grasa en productos cárnicos.

Pocas investigaciones se han realizado aplicando grasa extendida a un producto cárnico de pasta picada como lo es el chorizo antioqueño –también conocido como chorizo campesino– que se puede obtener de manera artesanal o industrial. Este es un embutido elaborado a partir de carne y tocino graso de cerdo picado (previamente marinado con cebolla de rama y una serie de condimentos característicos) y generalmente embutido en tripa de cerdo y curado en un ambiente adecuado (Beauvois, 2016)

2.Preensayos de la sustitución parcial de tocino de cerdo en productos cárnicos de picado grueso y fino

Con el ánimo de conocer el efecto del tamaño de partícula sobre la funcionalidad del material, se realizaron dos preensayos el primero sobre un embutido de pasta fina y el segundo en uno de picado grueso.

Las materias primas usadas para la formulación de los extensores son productos de línea de la empresa Tecnas S.A. El primer extensor (E1) está conformado por una mezcla de alginato de sodio, sulfato de calcio y pirofosfato tetrasódico –en proporciones reservadas por la empresa–, mientras que el segundo (E2), contiene además fibra cítrica en un 2%. Toda la fase experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Productos Cárnicos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Tanto para el primero como para el segundo, se extendió la grasa en un 50 %, para ser usada en la formulación de una salchicha tipo Frankfurt y de un producto tipo chorizo de grano grueso, reemplazando el 50 % del total del contenido graso del embutido cárnico. Con cada extensor se formuló un tratamiento, para un total de dos muestras que fueron comparadas contra un tratamiento testigo en cada caso. Los resultados para el producto emulsionado, en estos preensayos fueron relativamente pobres, incluso se observó un comportamiento errático de los datos, siempre de manera desfavorable frente al testigo, por lo que se descartó su evaluación en este tipo de productos apoyado además en el hecho de la funcionalidad del material tiene como premisa mantener mínimamente la integridad estructural, lo cual era eliminado por las condiciones de fabricación de los productos emulsionados. Así las cosas, se decidió evaluar este material solo en matrices cárnicas correspondientes a productos de picado grueso.

3. Sustitución parcial y total del tocino de cerdo en chorizo tipo Antioqueño

3.1 Materiales y métodos

Para conocer el comportamiento de los extensores grasos en productos cárnicos picados, se procedió a ensayar los sustitutos E1 y E2 (Anexo 1 y 2) en una matriz cárnica de pasta picada (chorizo tipo antioqueño). Se manejó una proporción de 2:49:49, (E1/E2): AGUA: GRASA respectivamente, y se propuso reemplazar la grasa de la formulación en un 70 % y 100 %, buscado el cumplimiento de la norma para el uso de los claim de etiqueta.

La Tabla 1 muestra los nombres codificados para cada uno de los tratamientos.

Tabla 1: Denominación de los extensores de grasa para la elaboración de los chorizos tipo antioqueños.

Descripción del tratamiento	Nombre del tratamiento
Tocino graso de cerdo 100 %	Testigo
Extensor 1(reemplazando70 % de grasa)	Tratamiento A
Extensor 1(reemplazando 100 % de grasa)	Tratamiento B
Extensor 2(reemplazando 70 % de grasa)	Tratamiento C
Extensor 2(reemplazando 100 % de grasa)	Tratamiento D

3.2 Descripción de los métodos de procesamiento

La Tabla 2 muestra las cantidades usadas y los equipos empleados.

Tabla 2: Uso del extensor graso (E1 y E2).

Extensor graso 1				
Ingrediente	Peso total preparado (g)	Peso total empleado (g)	Tiempo (min)	Equipo para mezcla
Grasa + agua + E1 (70 %) (A)	344	136,5	1.02	Homogeneizador (Sammic®, TR/BM- 350BN+BB)
Grasa + agua + E1(100 %) (B)		195	1.02	Homogeneizador (Sammic®, TR/BM- 350BN+BB)
Extensor graso 2				
Ingrediente	Peso total preparado (g)	Peso total empleado (g)	Tiempo (min)	Equipo para mezcla
Grasa + agua + E1 (70 %) (C)	340	136,5	1.02	Homogeneizador (Sammic®, TR/BM- 350BN+BB)
Grasa + agua + E2 (100 %) – (D)		195	1.02	Homogeneizador (Sammic®, TR/BM- 350BN+BB)

A continuación, se relacionan los métodos y formulaciones empleadas en la elaboración de los chorizos tipo antioqueño.

Materias primas: pierna de cerdo y tocino graso de cerdo. La empresa Tecnas S.A. suministró sal refinada, nitral sal curante, preparado sabor chorizo antioqueño, glutamato monosódico, cebolla puerro, response hidratado 1:3, SPC (Intense - sabor), color natural anato, conservante inbac, agua fría, humo líquido poly 8,5 y los extensores grasos E1 y E2. En la Tabla 3 se muestra la formulación empleada para la elaboración del producto mencionado.

Tabla 3: Fórmula empleada para la elaboración de un bache de 1,5 Kg de chorizo tipo antioqueño bajo en grasa.

Ingredientes	%	gramos/bache
Carne de cerdo 90/10 x 5 mm	64,68	1000
Tocino de cerdo x disco 12 mm	12,61	195
Prep sabor chorizo antioqueño	1,10	17
Sal refinada	0,65	10
Glutamato monosódico	0,10	1,5
Nitral sal curante	0,29	4,5
Cebolla Puerro	1,16	18
Response hidratado 1:3	2,52	39
SPC (Intense - sabor)	0,52	8
Color natural anato	0,06	1
Agua-hielo	15,98	130
Humo líquido poly 8,5	0,32	5

Se elaboraron *batches* de 1,5 kg por tratamiento. Inicialmente, se tomó carne de la pierna de cerdo, se molió dos veces por un molino marca Braher® modelo P22 con disco riñonero de referencia OLOTINOX 22, el tocino de cerdo y la grasa extendida se procesaron en el mismo molino con un disco de 12 mm y, una vez molida la carne y la grasa, se procedió a mezclar manualmente los ingredientes (tratamiento por tratamiento) por el contenido del *batch* con un control constante de temperatura donde se fue adicionando cada materia prima e insumo en el siguiente orden: carne, sal, nitral, grasa, proteína texturizada de soya, agua-hielo, saborizantes, otro poco de agua hielo, color y humo; finalmente, se homogenizó durante 01:30 segundos y se mantuvo a una temperatura de 4 °C.

Una vez se mezclaron cada uno de los *batches*, se procedió a embutir cada tratamiento de manera independiente en la embutidora manual. Se utilizó tripa de cerdo tamaño 26:28, los chorizos se porcionaron manualmente cada 10 cm y se dejaron curando durante 24 horas a una humedad relativa de 66,8 % en el Laboratorio de Productos Cárnicos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; pasado este tiempo se tomó parte de las muestras para realizar los respectivos análisis.

La otra parte se almacenó para realizar los análisis del día 10 empacando en bolsas tamaño 22 cm de poliamida/polietileno de baja densidad de Alico® S.A. con una permeabilidad al oxígeno de 60 cc/m²/24 h/atm (a 23 °C y 0 % HR) mediante una empacadora al vacío CI Talsa® SV-520SD. Por último, se almacenaron a una temperatura de 2 ± 2 °C para luego proceder con los análisis sensoriales y de textura.

Para iniciar con las pruebas, las muestras se cocinaron en un horno combi marca Hanspampf durante 20 minutos, a 110 °C, con una humedad relativa de 70 % y una temperatura deseada del núcleo de 78 °C.

3.3 Pérdidas por cocción

Siguiendo la metodología planteada por Nollet y Toldrá, (2009) se usó la Ecuación 1 para determinar las pérdidas por cocción, de los chorizos tipo Antioqueño, se pesó cada uno antes de ser llevado a cocción y después de ella, así:

Ecuación 1:

$$\% \text{pérdida por cocción} = \frac{(\text{peso antes} - \text{peso después})}{\text{peso antes}} * 100$$

Donde:

Peso antes = peso del chorizo recién embutido sin cocción.

Peso después = peso del chorizo posterior a la cocción.

Esta medición se realiza el día 1 y el día 10 después de su elaboración.

3.4 Pérdidas por purga

Se obtuvieron 12 unidades experimentales por tratamiento, estas fueron empacadas de a 3 muestras para un total de 4 paquetes con el fin de determinar su sinéresis durante 10 días de almacenamiento en refrigeración 2 ± 2 °C. La medición se inició pasando cada chorizo por una toalla absorbente para secarlo y, posteriormente, pesarlo; después de esto se continuó con el empaque. A los 10 días se desempacaron, se secaron y de nuevo se pesó cada unidad experimental. Finalmente, se hizo la diferencia entre los dos pesos hallados por cada tratamiento y el resultado se presentó en un porcentaje referido al peso inicial.

3.5 Medición del pH

Se aplicó el método de potenciómetro para determinar el pH de las muestras y se usó un medidor un pH metro marca Schott modelo Handylab pH11.

3.6 Medición instrumental de la textura

Se evaluó la textura de los chorizos a través de la prueba resistencia de corte, que se realiza a través de un texturómetro, modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems®), ubicado en el laboratorio de Control de Calidad de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Los parámetros que se usaron para medir la resistencia de

corte de las muestras de chorizos fueron: 3,0 cm de alto y 2,5 cm de diámetro, se utilizó una sonda Warner-Bratzler con una celda de carga de 50 kg y una velocidad de 2 mm/s mediante la cual se mide la fuerza máxima (N) necesaria para cortar la muestra. Todas las mediciones fueron realizadas sobre muestras de chorizo previamente cocinadas hasta alcanzar una temperatura interna de 78 °C aproximadamente.

Esta medición se realiza el día 1 y el día 10 después de su elaboración.

3.7 Evaluación de aceptación

La evaluación sensorial de los chorizos se hizo mediante un Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) en el cual se evaluó el nivel de preferencia, la apariencia externa, la apariencia interna, el color, el olor/aroma característico, el sabor característico y la dureza. Para la prueba sensorial las muestras fueron cocinadas en una parrilla durante 10 minutos, aproximadamente, hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C. Posteriormente, fueron cortadas en porciones de 4 cm de largo y puestas de forma aleatoria con números del 1 al 5. La evaluación de aceptación fue realizada por 5 panelistas entrenados –de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia– a quienes se les suministró dos formatos; uno, sugiriéndoles que organizaran de 1 a 5 el que menos les gusta y el que más les gusta, respectivamente; y otro, en el cual se les preguntó por la que consideraban más fácil de morder y por la que no (Anexo 3).

Esta medición se realiza el día 1 y el día 10 después de su elaboración.

3.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos en las diferentes determinaciones fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA), con un nivel de significancia de 0,05, mientras que las medias fueron comparadas usando la prueba de múltiples rangos de Tukey HSD, con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis fueron realizados mediante el paquete estadístico Statgraphics® Centurion XV (versión 15.2.06).

De cada tratamiento se hicieron 3 réplicas, con 4 repeticiones cada una.

Finalmente, se determinó trabajar con diferentes niveles de inclusión de la grasa extendida, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Tratamientos evaluados.

Tratamiento	% de grasa extendida
Testigo	0
Tratamiento A (extensor 1)	70
Tratamiento B (extensor 1)	100
Tratamiento C (extensor 2)	70
Tratamiento D (extensor 2)	100

4.Resultados y discusión: sustitución parcial y total de la grasa en chorizo tipo antioqueño

4.1 Pérdidas por cocción y purga

Las Tablas 5 y 6 muestran los resultados obtenidos de las pérdidas por cocción encontrados en los diferentes tratamientos de los chorizos tipo antioqueño. Los análisis no arrojaron diferencias significativas ($p>0,05$) ente días.

Respecto al testigo, los tratamientos A y B no registraron diferencias significativas, diferente a lo que ocurre con los tratamientos C y D, donde sí se registraron diferencias significativas ($p<0,05$). Seguramente, la fibra presente en los dos últimos tratamientos mencionados acelera las pérdidas por cocción y los enlaces de la emulsión no alcanzan la fuerza iónica suficiente como para retener el agua (Lupo, 2014). Para la variable pérdidas por purga, no se encontraron diferencias significativas, como se muestra en la tabla 7; al parecer, la salida de la humedad es provocada por las altas temperaturas, y este factor parece favorecer la inestabilidad de los enlaces iónicos que se logran en la matriz cárnica elaborada con hidrocoloides más fibra cítrica.

Tabla 5: Pérdidas por cocción en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1.

Tratamientos					
Parámetros	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Pérdidas por cocción	9,32 ± 0,041a	9,78 ± 0,02a	9,63 ± 0,05a	12,56 ± 0,02b	13,18 ± 0,02b

Todos los valores son medias ± desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($p<0,05$).

Tabla 6: Pérdidas por cocción en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.

Tratamientos					
Parámetros	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Pérdidas por cocción	9,41 ± 0,03a	9,64 ± 0,03a	9,69 ± 0,01a	12,23 ± 0,02b	12,72 ± 0,07b

Todos los valores son medias ± desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 7: Pérdidas por purga en los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.

Tratamientos					
Parámetros	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Pérdidas por purga	1,76 ± 0,01a	1,87 ± 0,04a	1,91 ± 0,03a	1,94 ± 0,01a	1,97 ± 0,04a

Todos los valores son medias ± desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos en la presente investigación son corroborados con el estudio realizado por Saldaña *et al.*, (2015), quienes sustituyeron la grasa animal por grasa vegetal y grasa vegetal más hidrocoloides; estos, encontraron que la sustitución de grasa por grasa vegetal sin hidrocoloides causó un aumento en la liberación de fluido cuando el producto fue sometido a tratamiento térmico. Este comportamiento generalmente ocurre cuando la grasa es reemplazada por agua. Ellos mencionan que, al haber una disminución en la concentración de proteína implicada en la formación de la emulsión, se reducen las propiedades de unión entre el agua y la grasa en productos con un contenido de grasa inferior. Sin embargo, cuando se incluyeron alginato de sodio y goma guar en las formulaciones, la liberación de líquido se redujo.

En este estudio también citan una investigación realizada por Flores *et al.*, (2007), quienes probaron que las pérdidas por cocción están relacionadas con la reducción de

grasa y la presencia de hidrocoloides en el producto, debido a que los hidrocoloides se encontraron capaces de contener agua y grasa, reduciendo así la liberación de fluidos y, en consecuencia, la pérdida de cocción.

Otro estudio realizado por Pacheco *et al.*, (2011) evaluó el efecto de un extensor graso sobre las propiedades de calidad de un chorizo y muestra, con relación a las pérdidas por cocción, que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el testigo y el tratamiento con extensor, pérdidas que son mayores para este último. Mientras tanto, en las pérdidas por purga no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Finalmente, en un estudio realizado por Montoya *et al.*, (2010), quienes analizaron la influencia del alginato de sodio y la carragenina sobre la sinéresis del jamón cocido, se encontró que las pérdidas por purga disminuyen al incluir alginato de sodio en la formulación.

4.2 Medición del pH

En las Tablas 8 y 9 se muestran los resultados obtenidos de la medición del pH, para el día 1 y el día 10 respectivamente.

Tabla 8: pH de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1.

Tratamientos					
Parámetro	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
pH	5,72 ± 0,02a	5,76± 0,01a	5,80± 0,03a	5,66± 0,02a	5,56± 0,04a

Todos los valores son medias ± desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 9: pH de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.

Tratamientos					
Parámetro	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
pH	5,73 ± 0,01a	5,75± 0,01a	5,77± 0,02a	5,71± 0,01a	5,73± 0,04a

Todos los valores son medias ± desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Con relación a la medición de este parámetro no se hallaron diferencias significativas, ($P > 0,05$) entre días, y tampoco entre tratamientos. Tanto la mezcla de alginato, como la adicionada con fibra cítrica, se comportaron de forma similar en la matriz cárnica e, incluso, no modificaron el pH de los tratamientos.

Este resultado lo corroboran Rather *et al.*, (2016), quienes estudiaron el efecto de la goma guar como un sustituto graso en emulsiones cárnicas bajas en grasa. Para su investigación diseñaron 4 tratamientos más 1 de control; 3 de ellos contenían goma guar en diferentes porcentajes y encontraron que solo el tratamiento con los niveles más altos de este hidrocoloide fue significativamente diferente ($p < 0,05$). No obstante, Lupo (2014) afirma que el pH entre 5 y 10 no altera las características de viscosidad debido a un efecto repulsivo de los grupos carboxilos cargados negativamente –los que mantienen extendidas las cadenas del polímero e incrementan su capacidad de unión con las moléculas del agua–; además, agrega que a un pH entre 3 y 3,5 el alginato es insoluble y se precipita en forma de ácido algínico, mientras que un incremento del pH, por encima de 10, causaría una despolimerización.

4.3 Análisis instrumental de la textura

Los resultados hallados en el análisis de textura se muestran en la Tabla 10 y 11.

La medición de la fuerza de corte entre días no arrojó diferencias significativas ($p > 0,05$). Con relación a los tratamientos hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las muestras elaboradas con el extensor 1 (A y B) y el extensor 2 (C y D). Para los tratamientos A y B la fuerza de corte fue mayor que en los tratamientos C y D, al parecer, la mezcla de alginato más fibra con la que se elaboraron estos dos últimos, forma redes cárnicas más débiles (Montoya, 2010).

La disminución de grasa y el alto contenido de agua favorecen la capacidad de retención de agua, lo que da como resultado matrices cárnicas menos fuertes (Pietrasik y Janz, 2010). Resultado que respalda el estudio realizado por Pacheco *et al.*, (2012), en el cual se evaluó el efecto de la concentración alginato/calcio sobre las propiedades físicas y sensoriales de extensores grasos encontrando diferencias significativas en la fuerza de corte; además, se afirma que esta variable es influenciada por la concentración en el extensor y los niveles de inclusión tanto de alginato como de calcio.

En general, la resistencia al corte se asoció con la dureza del material debido a la fuerza del gel. La composición y forma estructural del E1 está influenciada por los niveles de inclusión de alginato y calcio permitiendo la unión entre agua y grasa para dispersarse en zonas cristalinas. Según Fito *et al.*, (2014), la dosis de empleo de los alginatos en los sistemas cárnicos es muy variable. Se ha reportado que un aumento de 0,5 % a 1,25 % de alginato de sodio produce un incremento en la fuerza de ruptura de las carnes reestructuradas con adición de 0,15 % de carbonato de calcio, dando lugar a productos con características texturales más estables.

A su vez, el estudio realizado por Ramírez *et al.*, (2016), en el que se desarrolló una mezcla de fibras y almidones como reemplazante de grasa para productos de pasta fina tipo salchicha, se encontró que las variables asociadas a la dureza del producto mejoran con relación al tratamiento testigo y, al parecer, se logran mejores resultados al emplear solamente las fibras sin necesidad de mezclarse con otro producto como hidrocoloides. Cabe resaltar que no todo polisacárido, por sí solo, se comporta de forma ideal, como el caso que plantean Rather *et al.*, (2016) cuando usaron la goma guar como sustituto

graso en productos cárnicos y encontraron que los tratamientos con menor fuerza de corte son los que mayor porcentaje de este extensor contienen.

Tabla 10: Parámetros instrumentales de textura de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1.

Tratamientos					
Parámetros (%)	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Fuerza de corte	79,18±0,04a	73,41±0,05a	83,21±0,02a	64,10±0,02b	69,54±0,02b

Todos los valores son medias \pm desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 11: Parámetros instrumentales de textura de los chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.

Tratamientos					
Parámetros (%)	Testigo	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Fuerza de corte	79,23±0,01a	72,28±0,03a	81,32±0,04a	67,18±0,02b	70,02±0,01b

Todos los valores son medias \pm desviación estándar de cuatro repeticiones. En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

4.4 Evaluación sensorial

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se muestran en la Tabla 12 y 13, la cual presenta los promedios de las calificaciones realizadas por el panel sensorial en una escala de 1 a 5, donde 1 significa que “le disgusta muchísimo” y 5 que “le gusta muchísimo”. Acá se resaltan las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. El comportamiento de las diferentes variables es el siguiente:

Tabla 12: Calificación promedio de los atributos sensoriales para chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 1.

Tratamientos					
Parámetros	Testigo	A	B	C	D
Color	3,5a	4,5b	3,0a	2,0a	2,5a
Olor	3,0a	4,0b	3,5a	2,5a	2,0a
Sabor	4,0a	4,5b	3,0a	2,0a	1,0c
Dureza	4,0a	3,5b	4,5c	3,5a	1,5d
Apariencia externa	3,0a	4,5b	3,5c	2,0d	1,5e
Apariencia interna	4,5a	3,5a	4,0a	2,5b	1,5c

En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 13: Calificación promedio de los atributos sensoriales para chorizos tipo antioqueño elaborados con y sin extensor graso, día 10.

Tratamientos					
Parámetros	Testigo	A	B	C	D
Color	3,5a	4,4b	3,0a	2,0a	2,5a
Olor	3,1a	4,0b	3,3a	2,3a	2,1a
Sabor	4,0a	4,4b	3,0a	2,1a	1,0c
Dureza	4,1a	3,7b	4,4c	3,6a	1,4d
Apariencia externa	3,0a	4,4b	3,5c	2,0d	1,5e
Apariencia interna	4,4a	3,5a	4,1a	2,5b	1,5c

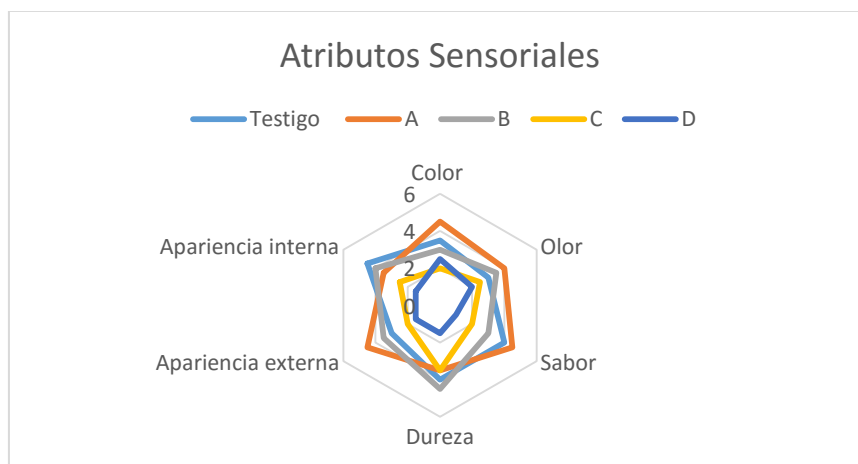
En cada fila las medias con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en todos los parámetros que componen el perfil sensorial de la presente investigación. El tratamiento A obtuvo los

promedios más altos en atributos como color, olor, sabor y apariencia externa; incluso, por encima del testigo. La apariencia interna del testigo fue la mejor calificada, mientras que el tratamiento B fue evaluado como la muestra más dura –resultado que concuerda con el hallado en el análisis instrumental–. Esta misma formulación es la que requiere mayor fuerza de corte y el resultado se genera por factores como componentes y porcentajes de inclusión del extensor y estabilidad de la matriz cárnica por la formación de enlaces iónicos fuertes, procesos que ya fueron abordados y explicados en el análisis instrumental de textura del presente estudio. Las calificaciones más bajas, para atributos como, olor, sabor, dureza, apariencia interna y externa, fueron las del tratamiento D y, muy cerca de este, se ubicó el C, el cual obtuvo la calificación más baja en términos de color.

A continuación, se muestra la Figura 1, en la que es evidente que el tratamiento que los comensales prefirieron fue el que se formuló con la inclusión parcial (70 %) de la mezcla de alginato y calcio.

Figura 1: Evaluación sensorial



El estudio realizado por Pacheco *et al.*, (2012) resalta el comportamiento del sabor y las características herbáceas y determina que ambos atributos obtuvieron calificaciones muy cercanas al control. Pese a los pocos estudios realizados que demuestren que las características sensoriales de los alimentos mejoran con la presencia de alginatos, autores como Avendaño *et al.*, (2013) y Díaz *et al.*, (2017) afirman que las características sensoriales en los alimentos se ven favorecidas por la presencia de este hidrocoloide.

Tal afirmación se comprueba en la presente investigación, donde se evidencia que el panel sensorial tiene preferencia por los tratamientos formulados con el extensor que contiene la mezcla de alginato. Mientras que Saldaña *et al.*, (2015) encontraron que los tratamientos formulados con reemplazo de grasa animal por hidrocoloides fueron muy similares y que, en general, la reducción de grasa y la adición de hidrocoloides no afectaron las características sensoriales aquí estudiadas.

4.5 Conclusiones

En variables como pérdidas por cocción, purga, pH y fuerza de corte, los tratamientos A y B se comportaron igual al testigo, resultado que no se logró con los tratamientos C y D, ya que para estos las características del extensor graso afectó la calidad.

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en atributos como color, olor y sabor entre el testigo y los tratamientos B, C y D; en estas características los extensores tuvieron un comportamiento igual, mientras que el tratamiento A, que sí arrojó diferencias significativas, ($p < 0,05$) fue el mejor calificado por los jueces en características como dureza, apariencia interna y externa. Hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, y cabe resaltar que los tratamientos A y B obtuvieron los resultados más altos.

La elaboración del chorizo tipo Antioqueño sustituyendo el 100 % del tocino graso de cerdo, por grasa extendida al 50 %, a partir de alginato de Sodio, Sulfato de Calcio y Pirofosfato, genera productos aceptables sensorialmente y características de textura ajustadas al tradicional. La etiqueta de dicho cárnico bien pudiera llevar la proclama “reducido en grasa” tal como lo permite la legislación. Este desarrollo evidencia resultados viables e importantes para la industria cárnica que busca generar alternativas saludables para el consumidor.

A. Anexo: Ficha técnica extensor 1

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO	
Nombre	Extensor 1
Ingredientes	Gelificante (alginato de sodio 401), sulfato de calcio (516), regulador de la acidez (pirofosfato tetrasódico 450iii)
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO	
Características	Especificación
Aspecto	Polvo fino
Color aparente	Beige
Olor	Característico
Sabor	Característico
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS	
Características	Especificación
Pérdidas por secado	Máximo 12,0 %
Granulometría (Pasa U.S. Malla 60)	Mínimo 98,0 %
Fuerza de gel en agua	1100 -1500 g
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y ENTOMOLÓGICAS	
Características	Especificación
Recuento de M.Org aerobios Mesófilos	Máximo 5000 U.F.C./ g
Recuento de mohos y levaduras	Máximo 300 U.F.C./ g
Coliformes fecales	< 3,0 N.M.P./ g
Detección de Salmonella	Ausente spp / 25 g
CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	
Aspecto, olor, sabor y fuerza de gel en agua.	

B. Anexo: Ficha técnica extensor 2

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO	
Nombre	Extensor 2
Ingredientes	Gelificante (alginato de sodio 401), sulfato de calcio (516), regulador de la acidez (pirofosfato tetrasódico 450iii), fibra cítrica.
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO	
Características	Especificación
Aspecto	Polvo fino
Color aparente	Beige
Olor	Característico
Sabor	Característico
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS	
Características	Especificación
Perdidas por secado	Máximo 12,0 %
Granulometría (Pasa U.S. Malla 60)	Mínimo 98,0 %
Fuerza de gel en agua	1100 -1500 g
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y ENTOMOLÓGICAS	
Características	Especificación
Recuento de M.Org aerobios Mesófilos	Máximo 5000 U.F.C./ g
Recuento de mohos y levaduras	Máximo 300 U.F.C./ g
Coliformes fecales	< 3,0 N.M.P./ g
Detección de Salmonella	Ausente spp / 25 g
CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	
Aspecto, olor, sabor y fuerza de gel en agua.	

C. Anexo: Formato prueba hedónica

Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Usted ha recibido 5 muestras de chorizo tipo antioqueño para evaluar los atributos sensoriales, ordene según su preferencia las muestras, donde 1 es la que menos le agrada y 5 la que más le agrada

Atributo: Apariencia externa

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Atributo: Olor

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Atributo: Color

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Comentarios:

Atributo: Sabor

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Atributo: Dureza

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Atributo: Apariencia externa

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Bibliografía

Abdolghafour, B., and A. Saghir. 2014. Development in sausage production and practices-A Review J. Meat Sci. Technol. 2: 40-50.

Amadio, C. 2017. Grasas trans en alimentos. Revista de Divulgación Científica Facultad de Ciencias Agrarias – Uncuyo. Número 8 - ISSN 2422-6254

Araneda, M. 2016. Grasas y colesterol dietario. Tomado de: <http://www.edualimentaria.com/grasas-colesterol-alimentos>. Consultado en: enero 2018.

Avendaño, G., López, A., Palou, E. 2013. Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 7(1): 87 - 96

Akwetey Y., Knipe C. (2012). Sensory attributes and texture profile of beef burgers with gari. Meat Science, 92, 4: 745-748.

Akoh, C. 2008. Sustitutos de grasas base lípido. Tomado de: Mundo Alimentario, http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA024_susgra2.pdf. 8 p.; consulta: noviembre 2017.

- Ayadi, M., A. Kechaou, I. Makni and H. Attia. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* 93(3): 278-283.
- Backes, A., Pasqualin, C., Santi, F., Lüdtke, F., Nascimento, T., Martins, L. 2017. Chemical composition, microbiological properties, and fatty acid profile of Italian-type salami with pork backfat substituted by emulsified canola oil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 08.
- Beauvois, S. 2016. sustitución de grasa dorsal de cerdo por aceite de soya en la elaboración de chorizo tipo antioqueño. Tomado de: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/20780>. Consultado en: diciembre de 2017.
- Bravo, A., Coral, M., Albarracín, W. (2016). Texture analysis in frankfurter sausages by using maltodextrin as partial fat substitute. *Agronomía colombiana* 34(1Supl.), S585-S587
- Cañas Á., Z., Molina R., D. A., & Cortes R., M. Revisión: Productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 64(1), 6023-6035 (2011)
- Chen L., Linus O. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods-A review. *Food Research International*, 51, 1: 823-835.

- Choi, Y., J. Choi, D. Han, H. Kim, M. Lee, H. Kim, J. Lee, H. Chung and C. Kim. 2010. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science* 84(1): 212-218.
- Choi, Y., J. Choi, D. Han, H. Kim, M. Lee, H. Kim, J. Jeong and C. Kim. 2009. Characteristics of low fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science* 82(2): 266-271.
- Cierach M., M. Modzelewska-Kapituła and K. Szaciło. 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science* 82(3): 295-299.
- Agronet. 2014. Estadísticas de producción nacional. Disponible en: www.agronet.gov.co. Consultada en: enero de 2018.
- Díaz, j., Pérez, m., vera, n., soto, s., tolosaus, a. 2017. Textura de salchichas de pollo bajas en grasa formuladas con diferentes gomas. efecto tipo de carne.
- FAO, 2016. Food and Agriculture Organization. Mercado de consumo de alginatos. www.fao.org/docrep/field/003/AB483S/AB483S04.htm. Consultada en: 2018.
- FAO/WHO. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Health and nutritional properties of alginate in food. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e/y4765e08.htm>. Consultada en: 2018.
- Fernández, F., I. López, S. Cofrades and F. Jiménez. 2009. Influence of adding Sea Spaghetti seaweed and replacing the animal fat with olive oil or a konjac gel on pork meat batter gelation. Potential protein/alginate association. *Meat Science* 83(2): 209-217.

- Flores, M.; Giner, E.; Fiszman, S.M.; Salvador, A.; Flores, J. 2007. Effect of a new emulsifier containing sodium stearyl-2-lactylate and carrageenan on the functionality of meat emulsion systems. *Meat Science* 76: 9-18.
- Foegeding E.A., Daubert C.R., Drake M.A., Essick G., Trulsson M., Vinyard C.J., Van de Velde F. (2011). A comprehensive approach to understanding textural properties of semi-and soft-solid foods. *Journal of Texture Studies*, 42, 2: 103-129.
- Funami, T., Fang, Y., Noda, S., Ishihara, S., Nakauma, M., Draget K., Nishinari, K. y Phillips, G. 2009. Rheological properties of sodium alginate in an aqueous system during gelation in relation to supermolecular structures and Ca²⁺ binding. *Food Hydrocolloids*. 23(7):1746-1756.
- García, M., Carlos, J., & Pajan, M. (2015). Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y omega-3. Tesis, Universidad Politécnica de Valencia, Máster gestión y seguridad alimentaria, Valencia-ES.
- Hleap J., Velasco A. (2010). Analysis of the properties of texture during the storage of sausage made from red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8, 2: 46-56.
- Hung Y., Theo M. de Kok, Wim Verbeke. Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. *Meat Science* 121 (2016) 119–126

Imeson, A. 2010. Alginates. Food stabilizers, thickeners and gelling agents. Reino Unido: Wiley Blackwell. 356 ps. 1th ed.

Kim E., Corrigan H., Wilson V., Waters A. (2012). Fundamental fracture properties associated with sensory hardness of brittle solid foods. *Journal of Texture Studies*, 43, 1: 49-62.

Lupo, B. 2014. Estudio de la gelificación de alginatos para encapsulación: caracterización, preparación y aplicaciones en alimentos funcionales. Tomado de: diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/64943/1/BLP_TESIS.pdf. Consultado en: enero de 2018.

Mallika, E., K. Prabhakar and P. Reddy. 2009. Low fat meat products – an overview. *Veterinary World* 2(9): 364-366.

Mariné, A. 2017. Embutidos: nutrición y salud. Thermofisher scientific. Tomado de: https://www.carne.3tres3.com/los-expertos-opinan/embutidos-nutricion-y-salud_1047/. Consultado en: noviembre de 2017.

Milde L., Cabral F., Ramírez R. (2014). Effect of frozen storage on bread of cassava starch: Physical textural and sensory properties. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16, 21: 33-39.

Luz Amparo Montoya Pérez¹; Diego Alonso Restrepo Molina² y Héctor Suárez Mahecha³

- Montoya, L., Restrepo, D., Suárez, H. 2010. Influencia del alginato de sodio sobre la sinéresis en jamón cocido. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, Volumen 63, Número 1, p. 5409-5415.
- Morales, I., 2017. Caracterización de la esterificación funcional de alginato, goma xantana y pulpa de guanábana. Disponible en: <http://repositorio.uaaen.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42109/K%2064607%20ISAMAR%20ALEJANDRA%20MORALES%20IBARRA.pdf?sequence=1>. Consultado en: enero de 2018.
- Olmedilla, B., Jiménez, F. 2014. Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. Nutr Hosp. 29(6):1197-1209.
- Ospina, J, A. Cruz, J. Pérez and J. Fernández. 2010. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation.
- Evaluación de un extensor graso sobre las propiedades de calidad del chorizo tipo Antioqueño. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 64(2): 6265-6276.

- Pachecho, W. et al. 2012. Vitae, revista de la facultad de química farmacéutica ISSN 0121-4004 / ISSN 2145-2660. Volumen 19, Número 1. págs. 13-23
- Parra-Huertas, R. A., 2010. Revisión: microencapsulación de alimentos. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. 63(2):5669-5684.
- Paula A.M., Conti-Silva A.C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. Journal of Food Engineering, 121: 9-14.
- Fiber-rich fractions in low fat bologna. Food Research International, 43, 602–608
Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. In: Journal of the American Dietetic Association. Vol. 105 (feb. 2015); p. 266-275.
- Ramírez, E., Marulanda, A., Orrego, J. 2016. Development of a Mixture of Fibers and Starches as Fat Replacer for Fine Paste Type Scielo. Inf. tecnol. vol.27 no.1 La Serena
- Rather, A., Masoodi, F., Jahangir, R., Amin, F. (2016). Effects of guar gum as a fat substitute in low fat meat emulsions. J Food Process Preserv. 41: e13249.
- Restrepo, A., Cortes, M., Suárez, H. 2008. Evaluación sensorial de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) y uchuva (*Physalis peruviana* L.) fortificadas con vitamina E. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 61(2): 4667-4675.
- Rivera, I., 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados. NACAMEH Vol. 6, No. 1, pp. 1-14, 2012

- Ros, E., López, J., Picó, C., Rubio, M., Babio, N., Sala, A., Pérez, F., Escrich, E., Bulló, M., Solanas, M., Gil, A., & Salas, J. 2015. Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta; postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutr Hosp.* 2015;32(2):435-477.
- Sánchez, J., Simental, S., & Vera, G. (2014). Estudio físico-químico en salchichas adicionadas con almidón de plátano macho (*Musa paradisiaca*). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, vol. 3 (n. 2), p. 334.
- Saldaña, E., Da Silva, A., Selani, M., Spada, F., Almeida, M., Contreras, C. (2015). Influence of animal fat substitution by vegetal fat on Mortadella-type products formulated with different hydrocolloids. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)* vol.72 no.6.
- Serna, L., C. T. Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*Mangifera indica* variedades Keitt y Tommy Atkins. 64(2) 2223-0118 (2014)
- Singh, r. Et al. Quality of ω -3 fatty acid enriched low-fat chicken meat patties incorporated with selected levels of linseed oil and canola oil. *Journal of Food Science and Technology*, v.51, n.2, p.353-358, 2014. Available from: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s13197-011-0507-9>>. Accessed: Dec. 15, 2015. doi:10.1007/s13197-011-0507-9.
- Torres G.J., González K., Acevedo D. (2015). Análisis del Per I de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Revista Reciteia: Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 14, 2: 63-75.

Torres, J., Torres, R., Acevedo, D., Gallo, L. 2015. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. Vector 10:14 - 25 ISSN 1909 – 7891.

Zhang, W., S. Xiao, H. Samaraweera, E. Lee and D. Ahn. 2010. Improving functional value of meat products. Meat Science 86(1): 15-31.

Zhuab B., Lia B., Gaob Q. (2013). Predicting Texture of Cooked Blended Rice with Pasting. International Journal of Food Properties, 16, 3: 485-499.